



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS EN OFICINAS

Autor: Gary Camero Fuertes

Tutor: Julià López Vidrier

Curs acadèmic: 2020-2021



Màster en Energies Renovables i
Sostenibilitat Energètica

Dos Campus d'Excel·lència Internacional:



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
1.1.	Transición energética	2
1.2.	Autoconsumo con compensación de excedentes	2
2.	OBJETIVOS DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO	3
2.1.	Alcance del trabajo	3
2.2.	Emplazamiento y situación	4
2.3.	Normativa aplicable	6
3.	DESARROLLO DEL TRABAJO	7
3.1.	Condiciones de contratación de electricidad y perfil de consumo	7
3.2.	Cubierta operativa	8
3.3.	Cálculos justificativos	8
3.4.	Resultados y propuesta definitiva	11
3.4.1.	Funcionamiento y dimensionado de la instalación	11
3.4.2.	Perfil de producción	15
3.4.3.	Disposición de los paneles en la cubierta	17
3.5.	Características y componentes necesarios	18
3.6.	ASPECTOS ECONÓMICOS	19
3.6.1.	Evaluación económica	19
3.6.2.	Retorno económico	20
4.	PRESUPUESTO	21
4.1.	Materiales necesarios	21
4.1.1.	Materiales suministrados por el proveedor JAB	21
4.1.2.	Materiales suministrados por K-ELECTRIC (CHINT)	22
4.1.3.	Cable solar suministrado por General Cable	22
4.1.4.	Total materiales	23
4.2.	Mano de obra y trámites administrativos	23
4.3.	Total materiales + M.O.	23
5.	CONCLUSIONES	24
6.	BIBLIOGRAFÍA	25
7.	ABSTRACT	26
8.	ANEXOS	27
8.1.	Fichas técnicas	27
8.1.1.	Módulo	27
8.1.2.	Inversor	29
8.1.3.	Suportación paneles	30

8.1.4.	Monitorización	33
8.2.	Factura eléctrica de las oficinas de COMERCIAL ELÉCTRICA LLOBREGAT	35
8.3.	Información acerca de PVGIS	36
8.4.	Medidas de la cubierta.....	38
8.5.	Esquema unifilar de la instalación fotovoltaica	39

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Transición energética

El sistema energético ha iniciado un proceso de transición hacia un nuevo paradigma caracterizado por la descarbonización, la descentralización de la generación, la electrificación de la economía, la participación más activa de los consumidores y un uso más sostenible de los recursos. En un contexto mundial y nacional como el actual, donde el calentamiento global que genera el cambio climático está causando tanto daño, las energías renovables y en concreto la energía fotovoltaica pueden ayudarnos a mitigar los efectos tan negativos que nos anuncian las más prestigiosas entidades en el campo de la ecología y la sostenibilidad. Como todas las energías renovables, la fotovoltaica tiene como principal ventaja que su fuente energética es inagotable y, a su vez, la transformación de ésta en electricidad no genera ningún tipo de residuo y aún menos, emisiones de CO₂. En este sentido, podemos afirmar que contribuye activamente en la disminución del efecto invernadero y que minimiza el uso de los combustibles fósiles.

En otro orden de ventajas que nos puede aportar la fotovoltaica se encuentran los beneficios económicos y sociales, tanto en pequeñas plantas, fomentando la energía distribuida, generando riqueza local y disminuyendo las pérdidas del gran transporte, como las grandes plantas que nos aportan independencia energética. En la parte más social, también es destacable el papel de la fotovoltaica en la electrificación de zonas sin red y en aplicaciones de garantía de suministro mediante acumulación. Finalmente, destacar que, como tecnología, ya es una apuesta segura, debido a que el aumento de competitividad y el constante desarrollo e investigación han hecho que a nivel económico sea uno de los sectores con perspectivas de negocio más atractivas del momento. El contexto sociopolítico de la Unión Europea y sus políticas de apoyo al sector nos hace augurar un futuro y presente muy prometedor en el campo de la energía fotovoltaica.

1.2. Autoconsumo con compensación de excedentes

El autoconsumo en el Estado español estaba frenado por obstáculos administrativos y fiscales. En octubre de 2018, sin embargo, el Gobierno eliminó uno de los frenos más importantes, lo que coloquialmente se conoce como “impuesto al Sol”, con el Real decreto ley 15/2018. En abril de 2019 ha ido un paso más allá con el Real Decreto 244/2019, que allana definitivamente el camino para el autoconsumo, aunque aún queda camino por recorrer con tal de igualar a otros estados del mundo que, según mencionado anteriormente, ofrecen más y mejores condiciones y ayudas o devuelven el valor neto del excedente vertido a red. Y es importante comentar que muchos de estos países tienen un nivel de radiación solar menor que el de España y están mucho más avanzados en estos aspectos.

En conjunto, el Real Decreto 244/2019 implica un impulso considerable al sector. Clarifica mucho la normativa y favorece las inversiones, aunque todavía hay que desarrollar algunas directrices concretas. Abre muchas posibilidades y oportunidades, ha eliminado barreras y ha permitido desbloquear instalaciones paradas debido a la normativa anterior. Es un importante mensaje para el consumidor y muestra que la Administración apuesta por el modelo de

generación distribuida. Este Real Decreto no ha pasado desapercibido por la población: prácticamente se ha duplicado o incluso triplicado el número de solicitudes sobre autoconsumo para instalaciones tanto residenciales como industriales.

En cuanto a la contribución de las redes eléctricas a la descarbonización de la generación eléctrica y la movilidad, el Estado español tiene un potencial económicamente viable de autoconsumo de 6 GW, que se traduciría en más de un millón de instalaciones, imprescindibles para que el Estado pueda alcanzar los objetivos de energías renovables para el 2030. En Cataluña, en junio de 2019 había 988 instalaciones registradas, según datos del ICAEN. El crecimiento del autoconsumo no sólo tendrá un efecto positivo sobre el medio ambiente, sino también en el aspecto estratégico y económico: con más autoconsumo, se dependerá menos de los combustibles fósiles, que hay que importar del exterior y tienen un coste muy elevado.

Como se puede observar en la figura 1, al haberse eliminado el impuesto al Sol con el nuevo RD de 2019, ha hecho que las instalaciones de solar fotovoltaica repunten y cada año aumenten.

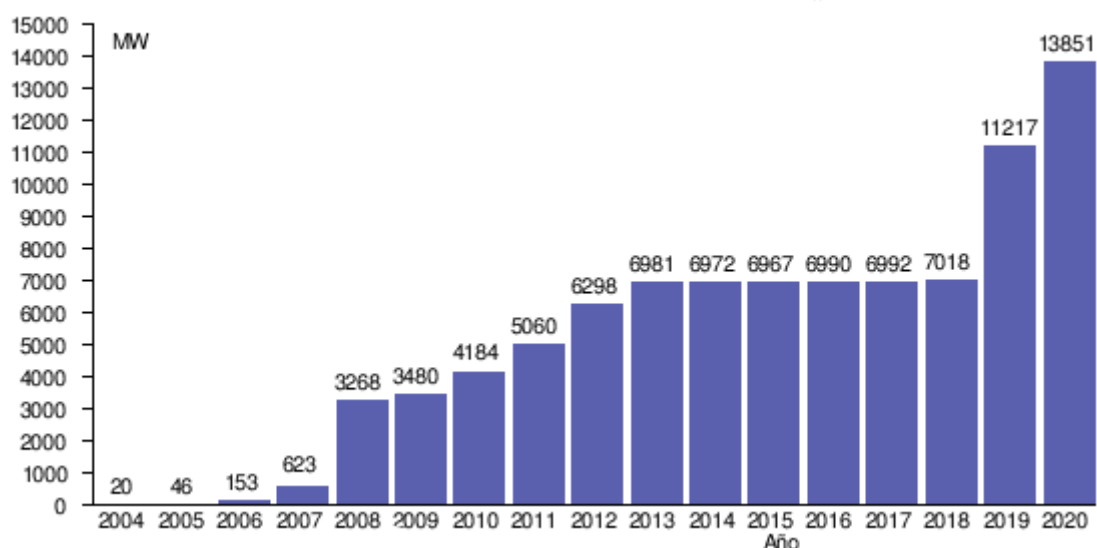


Figura 1: Potencia solar fotovoltaica instalada en España (fuente: ([1]))

2. OBJETIVOS DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO

2.1. Alcance del trabajo

Este proyecto tiene como objeto el cálculo y dimensionamiento de una instalación fotovoltaica en las oficinas de la empresa COMERCIAL ELÉCTRICA DEL LLOBREGAT.

El objetivo principal es producir electricidad para autoconsumo a partir de una fuente 100% renovable como es la radiación solar. Se instalan módulos fotovoltaicos en cubierta que producen electricidad DC. El aparato que transforma la electricidad DC en alterna AC es el inversor. Se aporta esta electricidad AC a la instalación dejando de consumir la energía aportada

por la red eléctrica. De este modo se genera energía limpia y renovable ayudando a detener el cambio climático principalmente causado por el uso de energías contaminantes. Además, se realiza una inversión que puede amortizarse a corto/medio plazo, asegurándose que hay ganancias en el largo plazo. La vida útil de una instalación fotovoltaica hecha con componentes de calidad y bien mantenida supera los 25 años. ([2])

2.2. Emplazamiento y situación

El proyecto se realiza en un edificio comercial entre medianeras situado en la Avda. de Cornellà, número 122–124 del municipio de Esplugues de Llobregat (08950, Barcelona). Como se observa en las siguientes imágenes extraídas de *Google Maps*:

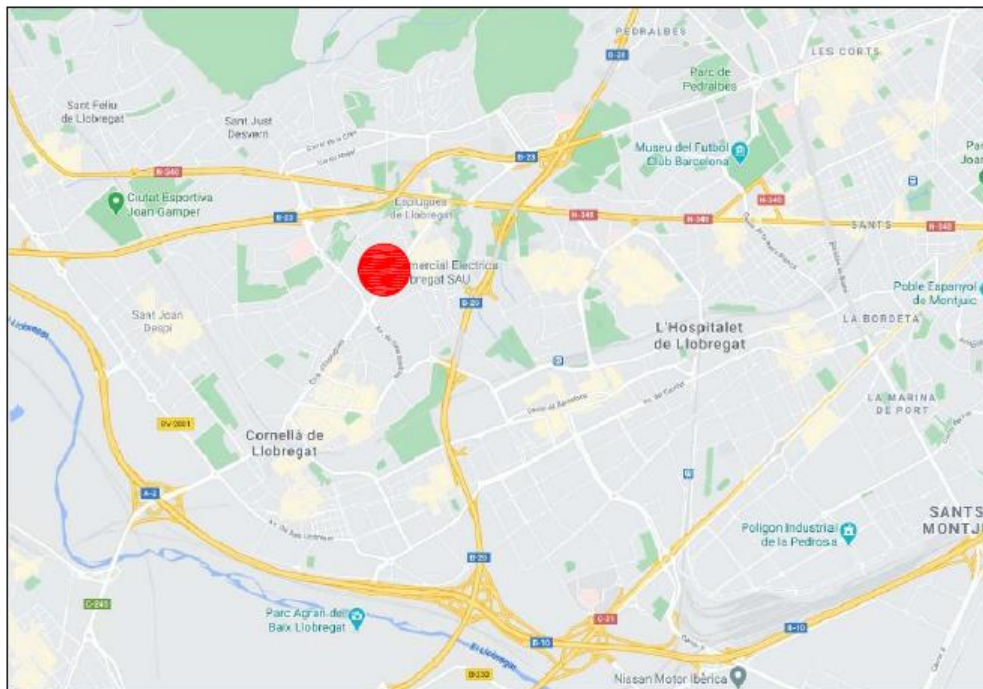


Figura 2: Emplazamiento oficinas (fuente: Google Maps)

2.3. Normativa aplicable

La legislación actual ha impulsado la instalación de esta tecnología en cubiertas y tejados de muchas instalaciones. La simplificación de los trámites administrativos y las facilidades de legalización de las plantas fotovoltaicas gracias al RD 244/2019 han permitido una mayor expansión de este sector y una seguridad en cuanto a su rápida amortización y viabilidad durante los 25 años de vida útil que tienen este tipo de instalaciones.

El objeto de este estudio es estudiar la viabilidad de una instalación fotovoltaica para autoconsumir la energía producida en las horas centrales del día y así disminuir la dependencia de la red y generar energía limpia y renovable. Se realiza de acuerdo con:

- Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT).
- Guía Vademécum para instalaciones de enlace en baja tensión.
- Orden ITC/71/2007, de 22 de enero, por la que se modifica el anexo de la Orden de 28 de Julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de paneles solares.
- Documento Básico HE: Ahorro de energía.
- RD 47/2007, de 19 de enero, Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.
- Decreto 21-2006 Generalitat de Catalunya (Ecoeficiencia).
- Ordenanzas Solares de Catalunya (Varios Municipios).
- Circular 3/2014, de 2 de julio, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad.
- RD 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- RD 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- RD 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Nota informativa IDAE: Referencias sobre autoconsumo de energía eléctrica en la normativa vigente.
- RD 314/2006, de 17 de marzo, por los que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- RD 891/1980, de 14 de abril, sobre homologación de los paneles solares.
- RD 244/2019, de 5 de abril, por el cual se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo.

3.1. Condiciones de contratación de electricidad y perfil de consumo

La opción de instalar baterías se descarta ya que la mayoría de energía que se genera se consume, además del coste elevado de éstas.

Figura 5: Factura eléctrica oficinas (fuente: propia).

Tabla 1: Demanda de energía de la empresa.

Periodo	P1 (Punta)	P2 (Llano)	P3 (Valle)
Horario de aplicación	Invierno: 18 – 22 h Verano: 11 – 15 h	Invierno: 8 – 18 h y 22 – 24 h Verano: 8 – 11 h y 15 – 24 h	Invierno: 0 – 8 h Verano: 0 – 8 h
Potencia contratada	38.5 kW	45 kW	24.5 kW
Coste energía (€/kWh)	0.099934 €	0.082484 €	0.058864 €

Tabla 2: Tarifa contratada por la empresa.

Se desconoce el perfil consumidor diario, pero al ser un centro de atención al público se estima cierta estacionalidad. Observando la información facilitada se observa que si se cubren los mínimos de consumo lineal se puede tener un grado alto de aprovechamiento de la energía generada. En el coste de la energía, los impuestos no están incluidos.

3.2. Cubierta operativa

Como se puede observar en la siguiente imagen, la empresa precisa de varias cubiertas para instalar paneles solares (marcadas en diferentes colores):



Figura 6: Cubiertas en propiedad (fuente propia).

La única cubierta que está operativa para la instalación de los paneles es la remarcada en color verde. Las demás tienen como *hándicap*, que las rodean edificios o bien se hacen sombra unas a otras, de modo que no sería rentable instalarlas en otra superficie que no fuera la señalada en color verde.

3.3. Cálculos justificativos

Este sistema consiste en la generación de energía eléctrica de origen solar para el consumo propio, reduciendo así la factura eléctrica. Según la regulación actual RD244/2019 existen diferentes tipologías de instalaciones, la propuesta en el presente estudio será la de AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES, la cual se conecta a una red interior y opera en paralelo con las cargas del abonado y la red, pudiéndose así compensar la energía vertida con la compañía

comercializadora. Con objeto de cubrir una parte o toda la demanda energética con energía fotovoltaica, se considerará que no existe una limitación de espacio disponible, que la cubierta es plana, libre de sombras y que está orientada al sur-oeste (azimut = 10° respecto al sur) y 190° respecto al norte tal y como se puede observar en la figura 7. La propuesta de equipos se concreta en una instalación solar fotovoltaica de 40 paneles fotovoltaicos, con una potencia total de 10.8 kWp.

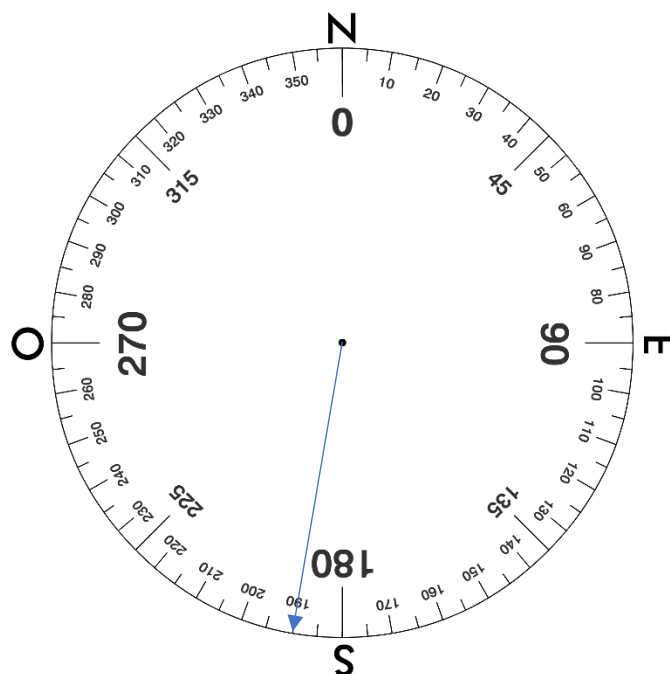


Figura 7: Ubicación en ángulo azimut de la instalación (fuente: ([3]))

El funcionamiento del sistema solar será el siguiente: la energía generada por los módulos fotovoltaicos transcurrirá por el cableado en corriente continua hasta el inversor, convirtiendo la energía eléctrica de continua a alterna para poder utilizarla en las oficinas. El excedente fotovoltaico que se pudiera producir será administrado por el gestor de cargas instalado en el sistema. La energía excedentaria del sistema solar será compensada parcialmente según el RD244 / 2019.

Para dimensionar la planta fotovoltaica, se accede a la página web PVGIS ([4]) y se detalla el lugar, la potencia de los paneles, la inclinación de los colectores y las pérdidas de dicha instalación. Con estos datos de entrada, el programa da los valores meteorológicos necesarios para el posterior análisis (irradiancia global y temperatura por hora).

Se ha fijado que cada módulo a instalar tendrá una potencia de 270 Wp, ya que se ha llegado a un acuerdo económico con el proveedor que los suministra.

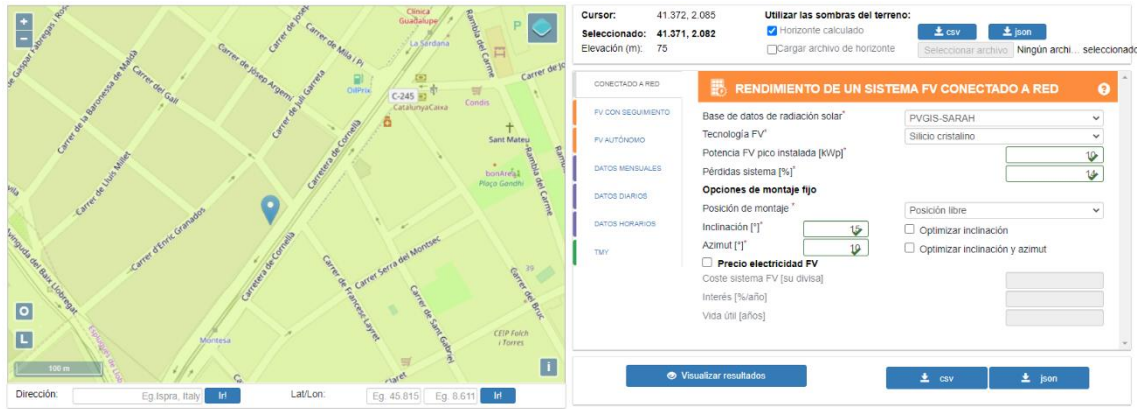


Figura 8: Valores estimados de la producción eléctrica solar (fuente: PVGIS).

Para conocer tanto la latitud como la longitud de la planta, se usa PVGIS, marcando una ubicación precisa dentro de la ciudad asignada.

La potencia DC es la potencia del campo de módulos y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P_{DC} = \frac{E_{AC}}{Y_r * PR_{comb}} = \frac{84000 \text{ kWh}}{1923.08 \text{ h} * 0.7874} = 55.47 \text{ kW} \quad (1)$$

Donde E_{AC} es la energía consumida anual, Y_r es la irradiación anual dividida entre la irradiación de referencia $G=1000 \text{ W/m}^2$ y PR_{comb} es el *performance ratio*, el cual se calcula mediante:

$$PR_{comb} = 1 + k_{\text{total pérdidas}} = 1 + (k_{\text{ángulo incidencia}} + k_{\text{espectral}} + k_{\text{temperatura}} + k_{\text{sistema}}) \quad (2)$$

donde $k_{\text{ángulo incidencia}}$ es la pérdida debida a los efectos de la reflectancia angular, $k_{\text{espectral}}$ debida a efectos espectrales, $k_{\text{temperatura}}$ debida a la temperatura y niveles bajos de irradiancia y k_{sistema} debida a las pérdidas combinadas del sistema (cables, inversor, etc., que suele considerarse del 14%).

Por lo tanto:

$$PR_{\text{comb}} = 1 - 2.95 + 0.63 - 5.94 - 14 = -21.26\% \quad (3)$$

El símbolo negativo nos indica las pérdidas, aunque trabajaremos con su valor absoluto.

$$\frac{21.26}{100} = 0.2126 \quad (4)$$

$$PR_{\text{comb}} = 1 - 0.2126 = 0.7874 \quad (5)$$

Y los paneles necesarios, serán:

$$\# \text{módulos} = \frac{P_{DC}}{P_{\text{Nominal paneles}}} = \frac{55.47 \text{ kW}}{0.270 \text{ kWp}} = 205.44 \approx 206 \text{ paneles} \quad (6)$$

Para llegar a producir lo mismo que se consume, se deberían, por lo tanto, instalar 206 paneles en la azotea de las oficinas, lo cual no es viable ya que el espacio es mucho más pequeño y está limitado por sombras y muros perimetrales que impiden poder colocar tantos paneles.

3.4. Resultados y propuesta definitiva

3.4.1. Funcionamiento y dimensionado de la instalación

Según la ITC-BT 04 del Reglamento de Baja Tensión en el grupo C de instalaciones que precisan proyectos están las instalaciones generadoras de más de 10 kW. Este matiz también se encuentra en la guía de autoconsumo del IDAE, donde se comenta que para instalaciones de más de 10 kW hace falta proyecto y certificado fin de obra de técnico competente. Es decir, para instalaciones donde se superen los 10 kW de potencia nominal del inversor será obligatorio un proyecto, acarreando de esta manera un incremento económico sustancial de la instalación. Ante esta tesitura, se ha tomado la decisión por parte del equipo de dirección de la empresa de que la potencia de la instalación no debe superar los 10 kW.

Potencia nominal AC	Potencia máxima DC	# seguidores MPPT / fila por MPPT	Tensión nominal AC
10 kW	12 kW	2/1	230 V / 400 V

Tabla 3: Características básicas del inversor escogido.

Potencia panel	Eficiencia módulo	Dimensiones (Largo x ancho x grosor)	Peso
270 Wp	16.5%	1648x990x35 mm	18.3 kg

Tabla 4: Características básicas de los módulos escogidos.

Por lo tanto, se diseña la instalación con esta nueva potencia:

$$\#módulos = \frac{P_{DC}}{P_{Nominal\ paneles}} = \frac{10\text{ kW}}{0.270\text{ kWp}} = 37.04 \approx 38\text{ paneles} \quad (7)$$

Los cálculos indican que se necesitan 38 módulos para llegar al límite de los 10 kW mencionados, aunque se podría aumentar a 40 paneles para tener más producción, dando margen para pérdidas de rendimiento, debidas al ángulo azimut y debidas a las sombras, sobredimensionando un poco más la instalación ya que la potencia máxima DC del inversor escogido llega hasta los 12 kW. Por lo tanto:

$$P_{DC} = P_{Nominal\ paneles} * \#módulos = 0.270\text{ kWp} * 40\text{ módulos} = 10.8\text{ kW} \quad (8)$$

En este sentido, la potencia nominal del sistema será de 10 kW, correspondiente a un campo solar de 10,8 kW instalados y un inversor de 10 kW nominal trifásico.

Para conocer la potencia AC, se accede a las características del inversor para observar la potencia nominal que permite. En este caso se escoge uno de $P = 10\text{ kW}$.

La inclinación de los colectores se obtiene siguiendo la expresión para instalaciones conexas a red:

$$Inclinación\ colectores = Latitud - 10^\circ = 41.371 - 10^\circ \approx 31.4^\circ \quad (9)$$

La inclinación óptima estimada de los módulos debería ser de unos 31° , pero como se ha comentado anteriormente, hay un problema de espacio en la cubierta y por lo tanto no es viable colocar los paneles a ese ángulo ya que no cabrían o se harían sombra unas filas a otras. Por lo tanto, se ha decidido instalar los paneles a un ángulo de 15° .

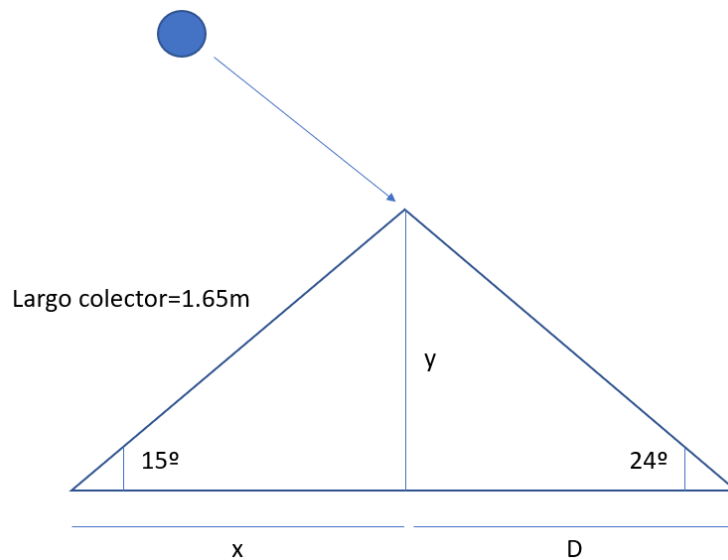


Figura 9: Cálculo de la sombra entre filas de paneles (fuente: propia)

Se sitúan los colectores en forma vertical formando varias filas. Primero se halla la altura y mediante trigonometría, sabiendo que el colector tiene una altura de 1.65 m:

$$y = \sin(15^\circ) * 1.65 \text{ m} = 0.42 \text{ m} \quad (10)$$

Para calcular la distancia que hay entre dos filas de altura y e inclinadas un ángulo de 15° se realiza:

$$x = \cos(15^\circ) * 1.65 \text{ m} = 1.59 \text{ m} \quad (11)$$

Una vez se ha encontrado la altura, mediante PVGIS obtenemos el ángulo de incidencia solar en invierno (diciembre), el cual informa es de unos 24° con un azimut de 7.6° .

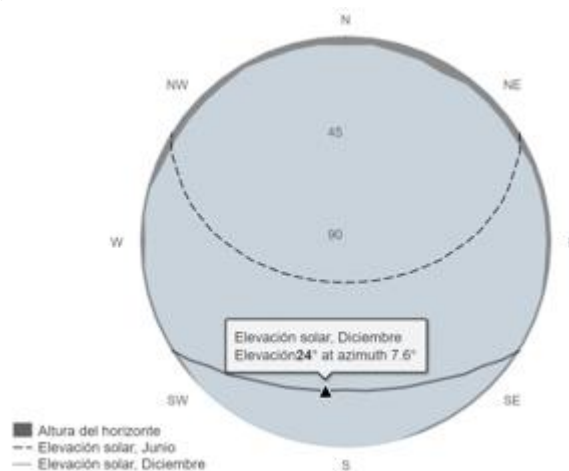


Figura 10: Ángulo de incidencia solar durante el mes de diciembre (fuente: PVGIS).

Por lo tanto, para calcular el valor D , que sería la distancia mínima para que no afecten las sombras a las otras cadenas de colectores que habrá por detrás:

$$D = \frac{0.42 \text{ m}}{\text{tg}(24^\circ)} = 0.95 \text{ m} \quad (12)$$

Por lo tanto, la separación entre filas de placas para que no afecten las sombras es de 0.95 metros.

La superficie total necesaria para instalar los colectores será la siguiente:

Se deja de margen por el borde derecho de la parcela elegida 1.37 m de distancia, del muro delantero a la primera fila 0.98 m, y entre la última fila y el muro perimetral se dejan 0.5 m. Se colocan 3 filas de 9 colectores cada uno, conectados en serie en la zona delantera y una fila de 13 colectores en la parte trasera. Se formarán en total 4 filas, con un total de 40 colectores, tal como ha sido calculado anteriormente.

Una vez instalados los módulos, se ha observado que la distancia y es un poco más grande. Eso es debido a la forma que adquiere el soporte. Al estar los paneles instalados sobre bloques de hormigón, éstos se elevan de 0.42 a 0.55 m (y). Por lo tanto, la nueva x será:

$$x = \frac{0.55 \text{ m}}{\text{tg}(15^\circ)} = 2.05 \text{ m} \quad (13)$$

Por lo tanto,

Visualizando norte-sur, las placas se orientarán al sur. Sabiendo que la x calculada anteriormente es de 1.59 m y que se dejan 0.95 m entre filas, se realiza:

$$\text{metros}_{\text{norte-sur}} = 0.4 \text{ m} + (0.95 \text{ m} * 3) + 0.98 \text{ m} + (2.05 \text{ m} * 4 \text{ filas}) = 12.43 \text{ m} \quad (14)$$

Y visualizándolo oeste-este, se calcula:

$$\text{metros}_{\text{oeste-este}} = 1.37 \text{ m} + (1 \text{ m} * 13 \text{ paneles}) = 14.37 \text{ m} \quad (15)$$

Se obtiene:

$$\text{Superficie planta} = 12.43 \text{ m} * 14.37 \text{ m} = 178.62 \text{ m}^2 \quad (16)$$

Los valores seleccionados para estas magnitudes se resumen en la siguiente tabla:

Latitud	Longitud	Potencia DC	Potencia AC	Inclinación módulos	Superficie de la planta
41.37°	2.08°	10.8 kW	10 kW	15°	178.62 m ²

Tabla 5: Dimensionado de la planta fotovoltaica.

3.4.2. Perfil de producción

En base a la radiación solar incidente en la localidad de Esplugues de Llobregat, se pueden estimar los siguientes datos de producción de la instalación propuesta, recogidos en la figura siguiente:

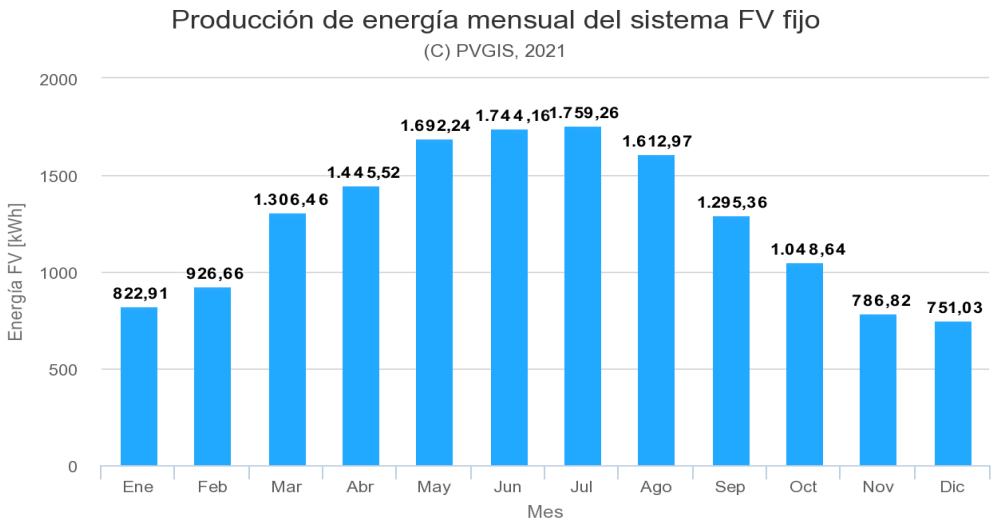


Figura 11: Producción mensual de energía del sistema FV (fuente: PVGIS).

Mes	E_m	H(i)_m
Enero	822.9	98.8
Febrero	926.7	111.6
Marzo	1306.5	159.7
Abril	1445.5	180.6
Mayo	1692.2	215.8
Junio	1744.2	227.4
Julio	1759.3	232.1
Agosto	1613.0	211.7
Septiembre	1295.4	166.9
Octubre	1048.6	131.7
Noviembre	786.8	96.6
Diciembre	751.0	90.2

Figura 12: Producción eléctrica media mensual del sistema y suma media mensual de la irradiación global (fuente: PVGIS).

Para la representación de los datos obtenidos, se han usado los siguientes conceptos:

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema dado [kWh/año]. Energía generada efectiva.

$H(i)_m$: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²]. Irradiación efectiva sobre el módulo (con pérdidas) del campo fotovoltaico.

Según la Figura 12, se obtiene un total de producción de:

$$\sum E_{m\text{Enero-Diciembre}} = 15192 \text{ kWh/año} \quad (17)$$

Procedemos a calcular el rendimiento de la radiación, Y_r , que se define como:

$$Y_r = \frac{H}{G_0} \quad (18)$$

Donde H es la irradiancia media anual en la ubicación geográfica escogida y G_0 es la potencia de radiación solar por unidad de superficie en condiciones ideales (sin absorción atmosférica).

Por lo tanto:

$$Y_r = \frac{H}{G_0} = \frac{15192 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}} = 15192 \text{ h} \quad (19)$$

La productividad de la planta, Y_p , se define como:

$$Y_p = \frac{E_{AC}}{P_{DC}} \quad (20)$$

Dónde E_{AC} es la irradiación anual (Figura 8) y P_{DC} es la potencia total de producción de paneles.

Por lo tanto:

$$Y_p = \frac{E_{AC}}{P_{DC}} = \frac{15192 \text{ kWh}}{10.8 \text{ kW}} = 1406 \text{ h} \quad (21)$$

3.5. Características y componentes necesarios

A continuación, se especifican los componentes principales: los módulos y los inversores. Las hojas de especificaciones del fabricante han sido añadidas en los anexos.

Se han escogido unos módulos *ASTRONERGY* de 270 Wp.

El inversor elegido es un *GROWATT* trifásico con una potencia nominal de 10 kW, ligeramente inferior respecto a los 10,8 kW calculados anteriormente.

Para calcular la superficie total de los módulos:

$$A_{\text{módulo}} = \text{largo} * \text{ancho} = 1.648 \text{ m} * 0.99 \text{ m} = 1.63 \text{ m}^2 \quad (22)$$

$$A_{\text{total módulos}} = 40 \text{ colectores} * 1.63 \text{ m}^2 = 65.2 \text{ m}^2 \quad (23)$$

Los datos técnicos de los colectores y del inversor, según catálogo, son los siguientes:

Marca módulo	Modelo módulo	# módulos	Superficie total módulos	Marca inversor	# inversores
ASTRONERGY	ASTRONOVA 270Wp 60 células	40	65.2 m²	GROWATT	1

Tabla 7: Datos del colector y del inversor.

El inversor consta de 2 entradas MPPT, cada una de las entradas se compone por dos filas, de modo que un MPPT irá conectado con las 2 últimas filas, y el otro a las 2 primeras, para así tener la máxima producción a primera hora de la mañana y evitar las sombras que transmiten las dos primeras filas.

A continuación, se adjuntan los cálculos de producción energética obtenidos:

Inversor:

- 1 fila de 20 módulos en serie. Inclinação: 15°. Orientación sur: 10°.
- 1 fila de 20 módulos en serie. Inclinação: 15°. Orientación sur: 10°.
- Con un total de 40 módulos.

3.6. ASPECTOS ECONÓMICOS

3.6.1. Evaluación económica

Estos paneles tienen 10 años de garantía para materiales y procesamiento, es decir, cubre cualquier fallo de fabricación del producto y de los materiales sujetos a la sustitución por un periodo de 10 años. También tienen una garantía de 25 años por degradación lineal con una pérdida de rendimiento global de un máximo del 0.7%.

El coste total del sistema se calcula multiplicando la potencia total DC que generan los colectores descritos anteriormente en W por los €/W hallados. Fijando una tasa de interés del 1.22% ([5]). Conociendo la tasa de interés, el coste total del sistema y la vida útil, el software PVGIS devuelve el coste total de la electricidad.

El coste específico se puede hallar a través del programa informático suministrado por la empresa para el país y la región, en este caso España tiene un coste específico de 1 €/W [2].

Como se necesita calcular el coste total del sistema, se multiplica el coste específico por el total de la planta según la referencia. El precio de la electricidad se halla a través de la factura eléctrica (figura 5).

RENDIMIENTO DE UN SISTEMA FV CONECTADO A RED

Base de datos de radiación solar* PVGIS-SARAH

Tecnología FV* Silicio cristalino

Potencia FV pico instalada [kWp]* 10

Pérdidas sistema [%]* 14

Opciones de montaje fijo

Posición de montaje* Posición libre

Inclinación [°]* 15

Azimut [°]* 10

☐ Optimizar inclinación

☐ Optimizar inclinación y azimut

☒ **Precio electricidad FV**

Coste sistema FV [su divisa]* 16000

Interés [%/año]* 1.22

Vida útil [años]* 25

Figura 15: Cálculo del precio de la electricidad PV (fuente:[4])

Resultados de la simulación:	
Ángulo de inclinación [°]:	15
Ángulo de azimut [°]:	10
Producción anual FV [kWh]:	15192.03
Irradiación anual [kWh/m²]:	1923.08
Variación interanual [kWh]:	326.30
Cambios en la producción debido a:	
Ángulo de incidencia [%]:	-2.95
Efectos espectrales [%]:	0.63
Temperatura y baja irradiancia [%]:	-5.94
Pérdidas totales [%]:	-21
Coste electricidad FV:	0.070

Figura 16: Resultado del precio de la electricidad PV (fuente:[4])

Tasa de interés	Vida útil	Coste específico del sistema	Coste total del sistema	Precio electricidad FV	Precio electricidad de la red
1.22%	25 años	1 €/W	16000€	0.070€/kWh	0.12€/kWh

Tabla 8: Aspectos económicos de la planta FV.

3.6.2. Retorno económico

Con un aprovechamiento directo del 95% de la energía solar generada, en el caso de la instalación en modo AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES, el resto se puede compensar aproximadamente a 0.04 €/kWh y un coste estimado de la instalación de 16000 €.

Se determina un periodo de amortización directa de 15 años. Para ello, se ha tenido en cuenta una tasa de mantenimiento anual de 225 € y un aumento del precio de la electricidad y del IPC del 3.6% anual. [2]

Complementariamente a la amortización directa debemos considerar los siguientes factores de rentabilidad indirecta:

- 1- Beneficios fiscales (será necesario evaluar deducciones de IBI o reducciones fiscales en el ámbito municipal)
- 2- Aumento de valor de inmobiliario del edificio por la mejora de la clasificación energética.

RESULTADO FINANCIERO

VAN	2.676,68 €
TIR	3,31%
Pay-Back (años)	15
Ahorro acumulado	10.828,74 €

Tabla 9: Resultado financiero. (fuente: [2])

4. PRESUPUESTO

4.1. Materiales necesarios

Esta instalación estará formada por los siguientes equipos:

4.1.1. Materiales suministrados por el proveedor JAB

MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO (€)	DTO. (%)	IMPORTE (€)
Estructura para suelo Solarbloc incl. 15° 68 kg	46	17.00	14.25	670.57
Solarbloc conjunto Herrajes final Solarbloc 35 mm	16	3.19	14.25	43.77
Solarbloc conjunto herrajes intermedio Solarbloc 35 mm	92	3.19	14.25	251.66
Portes JAB	1	250	NT	250

Tabla 10: Importe suportación paneles.

IMPORTE BRUTO	BASE IMPONIBLE	21 % I.V.A.	TOTAL OFERTA
1216.00 €	1216.00 €	255.36 €	1.471.36 €

Tabla 11: Importe total oferta suportación

4.1.2. Materiales suministrados por K-ELECTRIC (CHINT)

MATERIALES	CANTIDAD (UNIDADES)	PRECIO (€)	DTO. (%)	IMPORTE (€)
Paneles CHINT 270Wp 60 cells	40	85.00	NT	3400.00
Inversor TL3S 10kW 3F 2 MPPT	1	1188.00	NT	1188.00
Kit monitorización	1	436.50	NT	436.50
Protecciones DC Caja prot. DC 16A 1000 V	1	205.00	NT	205.00
Protecciones AC Caja prot. AC TRIF 25 A	1	78.00	NT	78.00
DESCUENTO TOTAL OFERTA 17%	1	-902.28	NT	-902.28
Par de conectores MC4	20	1.56	NT	31.20

Tabla 12: Importe materiales principales instalación.

BRUTO:	4436.42€
DTO. P.P.: (2%)	88.73€
BASE IMPONIBLE	4347.69€
IVA (21%)	913.01€
IMPORTE TOTAL	5260.70€

Tabla 13: Importe total oferta materiales principales.

4.1.3. Cable solar suministrado por General Cable

MATERIALES	CANTIDAD (m)	PRECIO (€)	DTO. (%)	IMPORTE (€)
Cable solar negro 1x6	60	780.00	NT	46.80
Cable solar rojo 1x6	60	780.00	NT	46.80
TOTAL				93.60€

Tabla 14: Importe cable necesario.

4.1.4. Total materiales

SUMINISTRADOR	PRECIO (€)
JAB	1.471.36
K-ELECTRIC	5260.70
General Cable	93.60
TOTAL	6825.66 €

Tabla 15: Importe total de materiales necesarios

4.2. Mano de obra y trámites administrativos

La mano de obra de la instalación correrá a cargo de INSTALACIONES GASPAR:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (UNIDADES)	PRECIO (€)	IVA (21%)	TOTAL (€)
M.O. instalación y puesta en marcha	1			
Camión grúa para subir material a cubierta	1			
Solicitud de ocupación de vía en Ayuntamiento	1			
Trámites administrativos	1			
Legalización de la instalación	1			
		7742.75	1625.98	9368.73€

Tabla 16: Importe M.O. instalación

4.3. Total materiales + M.O.

TOTAL MATERIALES (€)	TOTAL M.O. (€)	TOTAL (€)
6825.66	9368.73	16194.4€

Tabla 17: Importe total materiales + M.O.

5. CONCLUSIONES

Este proyecto ha sido realizado en las oficinas de la empresa distribuidora de material industrial Comercial Eléctrica del Llobregat (CELL), donde se ha colaborado directamente con fabricantes e instaladores especializados en fotovoltaica para conseguir realizar una óptima instalación.

La situación donde se encuentra esta planta fotovoltaica es idónea en cuanto a irradiancia. Solo será posible inyectar excedente a red los domingos, único día de la semana en que la empresa permanece cerrada y por lo tanto el consumo disminuye considerablemente. Toda esta electricidad vertida a la red será compensada a 0.04 €/kWh aproximadamente.

Esta instalación servirá a la empresa como punto de Showroom, para que tanto clientes finales como instaladores especializados en fotovoltaica y sobre todo los que aún no han dado el paso hacia las renovables y en concreto a la fotovoltaica, tengan una visión amplia de cómo pueden realizar la instalación y por consiguiente puedan observar todos los materiales necesarios.

De esta manera, la empresa obtendrá un ahorro significativo del consumo necesario durante los días laborables y tendrá una imagen de empresa verde y comprometida en la lucha contra el cambio climático.

En cuanto al mantenimiento, consistirá en eliminar cualquier objeto, polvo o suciedad que pueda afectar a la óptima producción de los paneles solares. Es importante limpiar con productos no abrasivos para no dañar los paneles haciendo caso de las recomendaciones del fabricante, mediante agua y jabón con PH neutro.

Finalmente, mediante el sistema de monitorización se podrá comprobar la producción, el consumo y la energía excedentaria vertida a red los fines de semana. También se podrá comprobar cuándo ha habido un corte de luz y reclamarlo a la compañía eléctrica.

6. BIBLIOGRAFÍA

Páginas Web

- [1]. (2021). *Energía solar en España* - Wikipedia. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar_en_Espa%C3%B1a
- [2]. (2021). *PROGRAMA LICENCIA EMPRESA WATTWIN*. Obtenido de <https://admin.wattwin.com/#/page/login>
- [3]. (2021). *Ángulo azimut* . Obtenido de <https://puntodepartida.com/guias/parabolica/>
- [4]. (2021). *PVGIS*. Obtenido de <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>
- [5]. (2021). *Trading Economics Spain*. Obtenido de <https://tradingeconomics.com/spain/bank-lending-rate>
- [6]. (2021). Instituto para la diversificación y ahorro de la energía. IDAE. Obtenido de: <https://sede.idae.gob.es/lang/>
- [7]. (2021). Energías Renovables - El periodismo de las energías limpias. Real Decreto de autoconsumo. Obtenido de: <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/el-real-decreto-de-autoconsumo-al-detalle-20190>

Libros

- [8] MITJÀ I SARVISÉ, Albert. *Energía Solar Fotovoltaica: curs de formació*. 1ª ed. Rubí: Intiam Ruai, S.L., 2002. 7-111p.
- [9] VICENTE QUILES, Pedro G. *Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación (DTIE 8.04): Energía Solar. Casos Prácticos*. 1ª ed. Madrid: ATECYR, 2007. 101-106p. ISBN: 978-84-95010-35-3.

Catálogos fabricantes/suministradores

- [10] K-ELECTRIC (CHINT), *Ofertas/Septiembre* (2020).
- [11] AUNA RENOVABLES (fotovoltaica), *Catálogo general* (2020).

Otras fuentes consultadas

- [12] Apuntes y prácticas realizadas en la asignatura Energía solar térmica, fotovoltaica y fotoeléctrica del Master de energías renovables y sostenibilidad energética (MERSE de la Universitat de Barcelona (2020)

7. ABSTRACT

This project is based on the study, design, and calculation of a solar photovoltaic installation for self-consumption with surplus for an office building of the company COMERCIAL ELÉCTRICA DEL LLOBREGAT. The main objective is to produce electricity for self-consumption from a 100% renewable source such as solar radiation.

Photovoltaic modules are installed on the roof to produce DC electricity. The device that transforms the DC electricity into AC electricity is the inverter. This AC electricity is supplied to the installation without consuming the energy simultaneously supplied by the electrical grid. In this way, clean and renewable energy is generated, helping to stop climate change mainly caused by the usage of polluting energies, thus obtaining significant savings both economically and energetically. In addition, an investment is made that can be amortized in the short/medium term, ensuring that there are profits in the long term.

This system consists of the generation of electricity from solar energy for own consumption, thus reducing the electricity bill. According to the current regulation RD244/2019 there are different typologies of installations, the one proposed in this study will be the SELF-CONSUMPTION WITH SURPLUS, which is connected to an internal network and operates in parallel with the subscriber's loads and the network, thus being able to compensate the energy discharged with the commercializing company.

In order to cover part or all of the energy demand with photovoltaic energy, it has been considered that there is no limitation of available space, that the roof is flat, free of shadows, and that it is oriented south-west (azimuth = 10°). The equipment proposal consists of a solar photovoltaic installation of 40 photovoltaic panels, with a total power of 10.8 kWp of panel production, which has been oversized to cover the possible losses of the installation itself.

Each panel will have an output of 270 Wp after reaching an economic agreement with the supplier. The inverter will have a nominal AC power of 10 kW, which implies that the maximum production to produce the necessary consumption of the offices cannot exceed 10 kW.

The operation of the solar system will be as follows: the energy generated by the photovoltaic modules will pass through the wiring in direct current to the inverter, converting the electrical energy from direct current to alternating current for use in the offices. The photovoltaic surplus that may be produced will be managed by the load manager installed in the system. The surplus energy of the solar system will be partially compensated at approximately 0.04 €/kWh. The total budget for this installation will be approximately €16000, with a useful lifetime of approximately 25 years, made with quality components and properly maintained.

8. ANEXOS

8.1. Fichas técnicas

8.1.1. Módulo



AstroNova™
Profitable for Decades

255W~275W
5BB-Polycrystalline PV Module
CHSM6610P Series
CHSM6610P/HV Series

CHSM6610P max system voltage 1000V standard
CHSM6610P/HV max system voltage 1500V standard

Tier 1 Bloomberg
No. 1 PHOTON
MunichRe Insured
DNV GL 2018 TOP Performance

Optional: Black frame designed for the water pipe and applications (e.g. residential rooftop and so on)

COMPREHENSIVE CERTIFICATES

CE, ENEC, UL, TUV, KTL, SAA, CB, CCC, VDE, INMETRO, BSI, JET, SATUR, INTERTEK, TUV NORD

First solar company which passed the TUV Nord IEC/TS 62941 certification audit.

For Global Market

10-year Warranty for Materials and Processing
25-year Warranty for Extra Linear Power Output
(1st year ≤ 2.5%, 2nd~25th years ≤ 0.7% / year)

KEY FEATURES

- +5W OUTPUT POSITIVE TOLERANCE**
Guaranteed 0~+5W positive tolerance ensures power output reliability.
- INNOVATIONAL 5-BUSBAR CELLS**
Reduces the cell series resistance and internal stress, decreases the risk of micro-crack and improves the module output.
- Anti PID RESISTANCE**
Excellent PID resistance at 96 hours (@85°C /85%) test, and also can be improved to meet higher standards for the particularly harsh environment.
- EXCELLENT MECHANICAL LOAD CAPABILITY**
Certified to withstand: snow load (6000 Pa) and wind load (3600 Pa).
- HIGHER RELIABILITY AND DURABILITY**
Effectively deals with harsh environments, such as sand, salt mist and ammonia resistance.
- PASSED HAIL TEST**
Certified to hail resistance; ice ball size (d=45mm) and ice ball velocity (v=30.7m/s).
- EXCELLENT LOW-LIGHT PERFORMANCE**
With the deep textured ARC glass and cell surface texturing process, achieve the excellent performance at the haze, cloudy days and other low light conditions.

ASTRONERGY
A CHNT COMPANY

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

STC rated output (P_{mp})*	255 Wp	260 Wp	265 Wp	270 Wp	275 Wp
Rated voltage (V_{mp}) at STC	30.66 V	30.88 V	30.92 V	31.08 V	31.12 V
Rated current (I_{mp}) at STC	8.33 A	8.43 A	8.58 A	8.70 A	8.85 A
Open circuit voltage (V_{oc}) at STC	37.48 V	37.72 V	37.87 V	38.00 V	38.45 V
Short circuit current (I_{sc}) at STC	8.85 A	8.95 A	9.18 A	9.45 A	9.52 A
Module efficiency	15.6%	15.9%	16.2%	16.5%	16.9%
Rated output (P_{mp}) at NOCT	191.3 Wp	195.0 Wp	198.8 Wp	202.5 Wp	206.3 Wp
Rated voltage (V_{mp}) at NOCT	27.73 V	27.94 V	27.98 V	28.12 V	28.15 V
Rated current (I_{mp}) at NOCT	6.90 A	6.98 A	7.10 A	7.20 A	7.33 A
Open circuit voltage (V_{oc}) at NOCT	34.24 V	34.46 V	34.60 V	34.71 V	35.13 V
Short circuit current (I_{sc}) at NOCT	7.45 A	7.54 A	7.73 A	7.96 A	8.02 A
Temperature coefficient (P_{mp})	-0.407%/°C				
Temperature coefficient (I_{sc})	+0.049%/°C				
Temperature coefficient (V_{oc})	-0.310%/°C				
Normal operating cell temperature (NOCT)	43±2°C				
Maximum system voltage (IEC/UL)	1000V _{DC} or 1500V _{DC}				
Number of diodes	3				
Junction box IP rating	IP 67				
Maximum series fuse rating	15 A				

* Measurement tolerance: ±3%

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20°C, AM=1.5, Wind Speed 1m/s

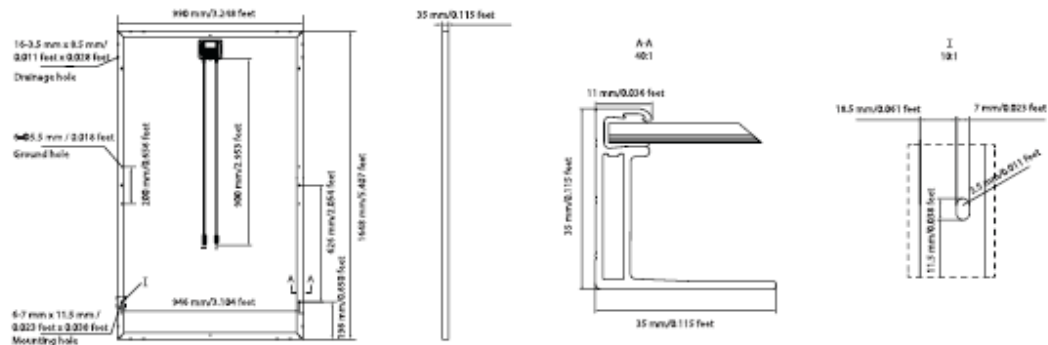
MECHANICAL SPECIFICATIONS

Outer dimensions (L x W x H)	1648 x 990 x 35 mm 64.88 x 38.98 x 1.38 in
Frame technology	Aluminum, silver / black anodized
Module composition	Glass / EVA / Backsheet (white)
Front glass thickness	3.2 mm / 0.13 in
① Cable length (IEC/UL)	900 mm / 35.43 in
Cable diameter (IEC/UL)	4 mm ² / 12 AWG
② Maximum mechanical test load	6000 Pa
Fire performance (IEC/UL)	Class C (IEC) or Type 1 (UL)
Connector type (IEC/UL)	MC4 compatible

① Option: 900(+)/800(-) mm or 1000 mm for defined projects in advance.

② Refer to Astronergy Crystalline Silicon PV Module Installation Manual or contact technical department.
Maximum Mechanical Test Load=1.5*Maximum Mechanical Design Load.

MODULE DIMENSION DETAILS

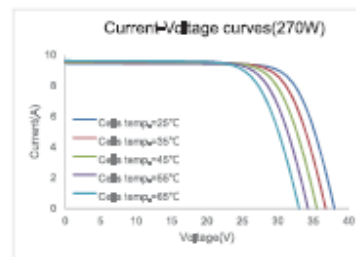
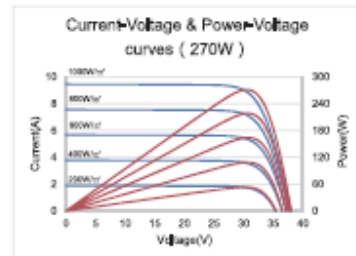


© Chint Solar (Zhejiang) Co., Ltd. Reserves the right of final interpretation, please contact our company to use the latest version for contract.

www.astronergy.com

Astronergy 08-2018

CURVE



PACKING SPECIFICATIONS

① Weight (module only)	18.3 kg / 40.34 lbs
② Packing unit	31 pcs / box
Weight of packing unit (for 40'HQ container)	606 kg / 1336 lbs
Number of modules per 40'HQ container	868 pcs

① Tolerance: ±1.0kg
② Subject to sales contract

8.1.2. Inversor

Inversores Trifásicos

CHINT IC N007032T | N008032T | N009032T | N010032T | N011032T

Tensión de entrada hasta 1000VDC
Alta eficiencia máxima de 98,4%
Diseño compacto y liviano
2 seguidores MPPT
Sin ventilador, operación silenciosa
Relación DC/AC hasta 1,2
Buen comportamiento de sobrecarga
Programa de extensión de garantía
Tecnología Ethernet / RF / Wi-Fi

CHINT ELECTRIC



Datos Técnicos	ICN007032T	ICN008032T	ICN009032T	ICN010032T	ICN011032T
Entrada (DC)					
Potencia máxima DC	8400 W	9600 W	10800 W	12000 W	13200 W
Tensión de entrada máxima	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V
Tensión de entrada de arranque	160 V	250 V	250 V	250 V	250 V
Rango de tensiones del sistema FV	160 V - 1000 V	160 V - 1000 V	160 V - 1000 V	160 V - 1000 V	160 V - 1000 V
Tensión nominal DC	600 V	600 V	600 V	600 V	600 V
Rango de tensiones MPPT	360 V - 850 V	360 V - 850 V	400 V - 850 V	450 V - 850 V	450 V - 850 V
Corriente de entrada máxima	11,5 A / 11,5 A	11,5 A / 11,5 A	11,5 A / 11,5 A	13 A / 13 A	13 A / 13 A
Nº de seguidores MPPT / Strings por MPPT	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
Salida (AC)					
Potencia nominal	7000 W	8000 W	9000 W	10000 W	11000 W
Máxima potencia aparente en AC	7700 VA	8800 VA	9900 VA	11000 VA	12100 VA
Corriente de salida máxima	11,7 A	13,3 A	15 A	16,7 A	18,3 A
Tensión nominal AC	230 V / 400 V	230 V / 400 V	230 V / 400 V	230 V / 400 V	230 V / 400 V
Frecuencia de red AC (+/- 5 Hz)	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
Rango de ajustes de cos phi	0,8 ind. - 0,8 cap.	0,8 ind. - 0,8 cap.	0,8 ind. - 0,8 cap.	0,8 ind. - 0,8 cap.	0,8 ind. - 0,8 cap.
Tasa de distorsión armónica (THD)	< 3%	< 3%	< 3%	< 3%	< 3%
Modo de conexión	Trifásico / N / PE	Trifásico / N / PE	Trifásico / N / PE	Trifásico / N / PE	Trifásico / N / PE
Eficiencia					
Eficiencia máxima	98,3%	98,3%	98,4 %	98,4 %	98,4 %
Eficiencia Euro	97,5%	97,8 %	98 %	98 %	98 %
Eficiencia MPPT	99,5 %	99,5 %	99,5 %	99,5 %	99,5 %
Dispositivos de protección					
Protección contra polaridad inversa DC	SI	SI	SI	SI	SI
Seccionador DC	SI	SI	SI	SI	SI
Protección contra sobrecorrientes AC	SI	SI	SI	SI	SI
Protección contra sobretensiones AC por Varistor	SI	SI	SI	SI	SI
Vigilancia de defecto a tierra	SI	SI	SI	SI	SI
Vigilancia de red	SI	SI	SI	SI	SI
Unidad de vigilancia omnipolar de corriente de fuga	SI	SI	SI	SI	SI
Datos Generales					
Dimensiones (Ancho / Alto / Fondo) en mm	480 / 448 / 200 mm	480 / 448 / 200 mm	480 / 448 / 200 mm	480 / 448 / 200 mm	480 / 448 / 200 mm
Peso	21,6 kg	21,6 kg	21,6 kg	21,6 kg	21,6 kg
	-25°C hasta +60°C	-25°C hasta +60°C	-25°C hasta +60°C	-25°C hasta +60°C	-25°C hasta +60°C
Rango de temperaturas de funcionamiento	Limitación potencia desde 45°C	Limitación potencia desde 45°C	Limitación potencia desde 45°C	Limitación potencia desde 45°C	Limitación potencia desde 45°C
Emisión de ruido	≤ 35 dB(A)	≤ 35 dB(A)	≤ 35 dB(A)	≤ 35 dB(A)	≤ 35 dB(A)
Autoconsumo (Noche)	< 0,5 W	< 0,5 W	< 0,5 W	< 0,5 W	< 0,5 W
Topología	Sin transformador	Sin transformador	Sin transformador	Sin transformador	Sin transformador
Modo de refrigeración	Pasivo, sin ventilador	Pasivo, sin ventilador	Pasivo, sin ventilador	Pasivo, sin ventilador	Pasivo, sin ventilador
Grado de protección IP	IP 65	IP 65	IP 65	IP 65	IP 65
Altitud	hasta 3000 m	hasta 3000 m	hasta 3000 m	hasta 3000 m	hasta 3000 m
Humedad relativa admisible	0 - 100 %	0 - 100 %	0 - 100 %	0 - 100 %	0 - 100 %
Dotación					
Conexión DC	Conect. Amphenol H4	Conect. Amphenol H4	Conect. Amphenol H4	Conect. Amphenol H4	Conect. Amphenol H4
Conexión AC	Bornes de tornillo	Bornes de tornillo	Bornes de tornillo	Bornes de tornillo	Bornes de tornillo
Pantalla	Display LCD gráfico	Display LCD gráfico	Display LCD gráfico	Display LCD gráfico	Display LCD gráfico
RS232 / RS485	SI/ SI	SI/ SI	SI/ SI	SI/ SI	SI/ SI
Wifi / LAN / GPRS / RF	Cada función es opcional	Cada función es opcional	Cada función es opcional	Cada función es opcional	Cada función es opcional
Garantía: 5 / 10 años	SI / Opcional	SI / Opcional	SI / Opcional	SI / Opcional	SI / Opcional

8.1.3. Suportación paneles



SOLARBLOC®



FICHA TÉCNICA SOLARBLOC® CUBIERTAS Y SUPERFICIES PLANAS

SOPORTE PREFABRICADO DE HORMIGÓN PARA PANELES SOLARES

SOLARBLOC® es un sistema patentado para el montaje de módulos solares sobre cubiertas y superficies planas.



El sistema Solarbloc® permite fijar los módulos solares directamente al soporte sin utilizar estructura metálica. **Los soportes Solarbloc® se fabrican en siete grados distintos, 10°,12°,15°,18°,28°,30° y 34°.**

Debemos elegir la inclinación del soporte más idónea teniendo en cuenta las necesidades de la instalación.

Características de SOLARBLOC®:

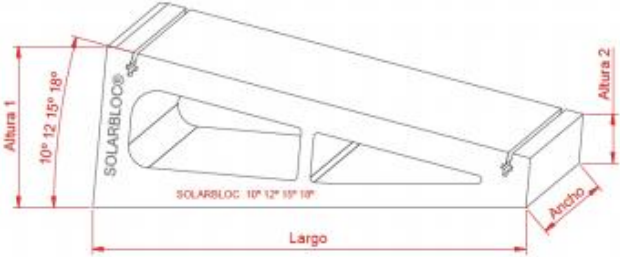
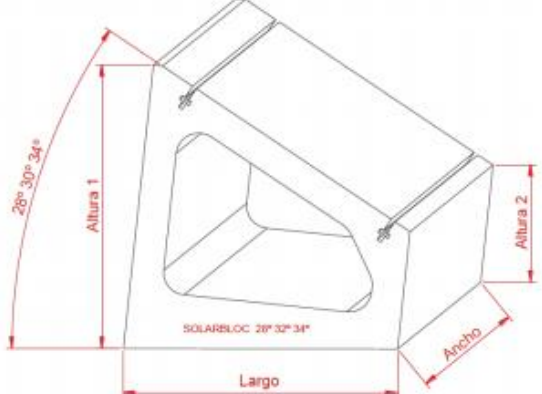
- Sistema de montaje FV de un sólo componente.
- Soporte auto-lastrado, fabricado en hormigón.
- Fijación del panel mediante carril incorporado al soporte.
- Elimina la estructura metálica.
- Elimina el lastrado de las estructuras.
- Elimina el proceso de perforado y anclajes a la cubierta.
- Acorta el tiempo de montaje de las instalaciones FV.

Centro de producción:

Fábrica: Pol. Ind La Albuera Parc. 22, C.P.060170 La Albuera (Badajoz)
Teléfono 924 480 112 – Fax 924 268 932

FICHA TÉCNICA SOLARBLOC® CUBIERTAS Y SUPERFICIES PLANAS
SOPORTE PREFABRICADO DE HORMIGÓN PARA PANELES SOLARES

DIMENSIONES Y PESOS SEGÚN LA INCLINACIÓN

Grupo	Inclinación apoyos						
	Grupo 1				Grupo 2		
Inclinación	10°	12°	15°	18°	28°	30°	34°
Altura 1 (cm)	33,24	34,97	37,47	40,94	56,95	58,94	62,84
Altura 2 (cm)	15,96	14,21	11,54	9,91	26,11	26,03	25,96
Largo (cm)	37,47	100,00	100,06	100,38	60,00	60,04	60,32
Ancho (cm)	16,00	16,00	16,00	16,00	23,50	23,50	23,50
Peso (kg)	60,00	60,00	60,00	60,00	68,00	71,30	77,80
Composición	HM-20						
Grupo 1							
Grupo 2							

Centro de producción:

Fábrica: Pol. Ind La Albuera Parc. 22, C.P.060170 La Albuera (Badajoz)
Teléfono 924 480 112 – Fax 924 268 932

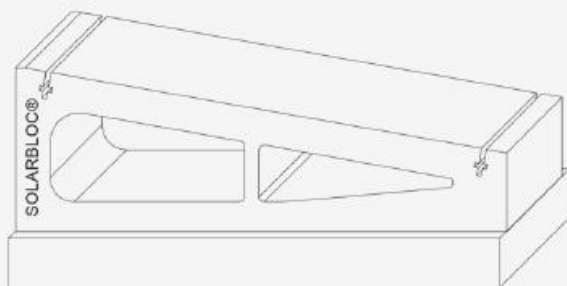


POSICIÓN DE LOS MÓDULOS

Con SOLARBLOC® de **28º, 30º y 34º** los módulos se tienen que montar en **posición horizontal**.

SOLARBLOC de **10º, 12º, 15º y 18º** permite montar los **módulos de 60 células en vertical y horizontal**.

*Módulos > **60 células** **montaje en vertical de 10º a 12º, y horizontal de 10º a 18º**. Por las dimensiones del módulo, se recomienda añadir lastres bajo el soporte para aumentar peso (punto 3.2.1.)



RailLog Quick Installation Guide

1. Overview

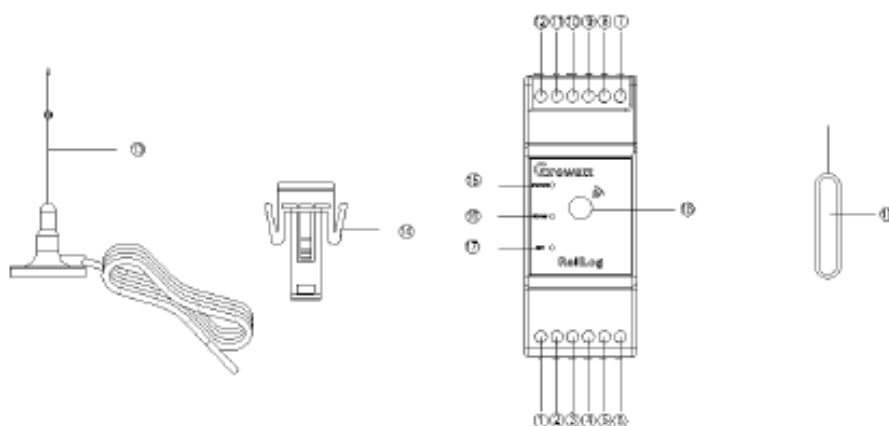


Figure 1.1

1.NC	2.NC	3.NC	4.RS485B PORT	5.Ground
6.RS485A PORT	7.AC L	8.AC N	9.NC	10.NC
11.NC	12.NC	13. Antenna	14. Buckle	15.STATUS LED
16.RS485 LED	17 KEY	18. Antenna mount	19. Thimble	

2. Installation

Push the bottom of the RailLog out as shown and grasp the bottom from the end of the metal rail and push it in to secure the RailLog position. Metal rails are screwed to the meter box or wall.

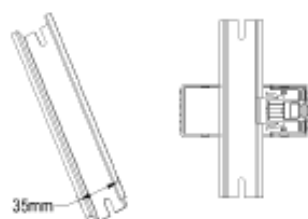


Figure 2.1

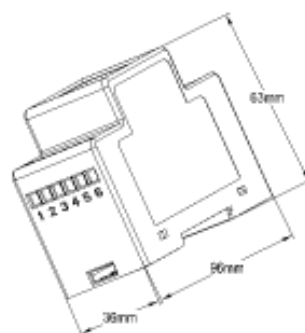


Figure 2.2

3. Connecting cables

The following figures are the overall wiring diagram

Pairing process:

STEP1: Short press the RailLog pairing button as shown in Figure 5.1. The right RailLog status light 6 flashes quickly;

STEP2: Short press the host (ShineLanBox) pairing button, as shown in Figure 5.1 left, the host pairing light 4 flashes quickly, pairing;

STEP3: The RailLog status light 6 flashes slowly, the host pairing light 4 is off, the device light 3 is flashing, and the pairing is successful;

Note: The number of times the ShineLanBox device light 3 flashes each time indicates that the number of devices currently connected to the ShineLanBox.

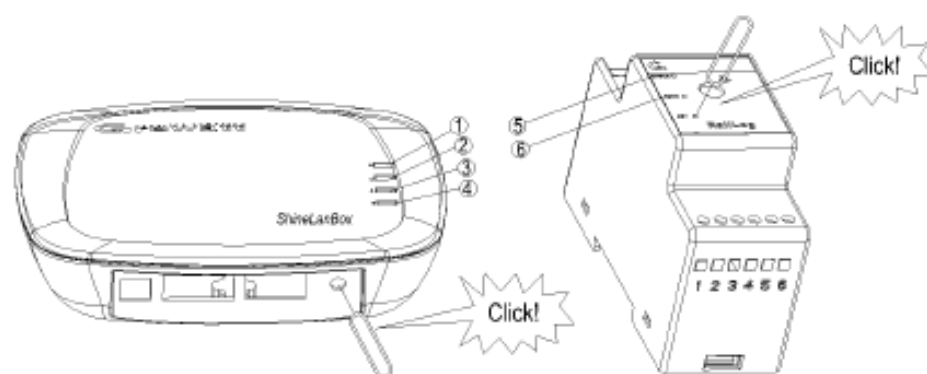


Figure 5.1

6. Device parameters

Datasheet	RailLog-RF
Length * width * height (mm)	90/36/63
weight (g)	107.8
Ambient temperature	-30°C ~ +65°C
Place of placement	indoor
Input voltage	100-240Vac(±10%) 50-60Hz
Working power consumption	Typical power consumption 2.5W

Table 6.1

8.2. Factura eléctrica de las oficinas de COMERCIAL ELÉCTRICA LLOBREGAT



NIF / CIF: A08568057
 CUPS: ES0031405487160001TF
 Dir. Suministro: GALL 3, 08950 ESPLUGUES DE LLOBREGAT (BARCELONA)
 Contrato Acceso: 500001064353 Tarifa: 3.0A
 Empresa Distribuidora: ENDESA E-DISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, S.L.U.

Datos Factura

Fecha de Factura: 12/12/2019
 Período Facturación: 01/11/2019 - 30/11/2019 (30 días)
 Factura Nº: 2019121203762
 Nº de Contrato: CO-2019-026270_2.1
 Tipo Contrato: Indexado
 Fecha fin del contrato de suministro: 26/04/2020 (renovación anual automática)

COMERCIAL ELECTRICA DEL LLOBREGAT

GALL 3
 08950 ESPLUGUES DE LLOBREGAT (BARCELONA)

Término de energía variable							Importe Total	
	Precio Peaje		Precio Coste Energía		Precio Total	Consumo	Total	
P1:	0,018762 €/kWh	+	0,081172 €/kWh	=	0,099934 €/kWh	x 1.206,00 kWh	=	120,52 €
P2:	0,012575 €/kWh	+	0,069909 €/kWh	=	0,082484 €/kWh	x 5.949,00 kWh	=	490,70 €
P3:	0,004670 €/kWh	+	0,054194 €/kWh	=	0,058864 €/kWh	x 1.629,00 kWh	=	95,89 €
707,11 €								
Término de potencia								
	Contratada	Maxímetro	Precio Peaje	Precio Potencia Fenie Energía	Precio Total	A Facturar	Total	
P1:	38,500kW	28,000kW	0,111586 €/kW día	+ 0 €/kW día =	0,111586 €/kW día	x 32,725 kW x 30 días =	109,55 €	218,52 €
P2:	45,000kW	37,000kW	0,066952 €/kW día	+ 0 €/kW día =	0,066952 €/kW día	x 38,250 kW x 30 días =	76,83 €	
P3:	24,500kW	24,000kW	0,044634 €/kW día	+ 0 €/kW día =	0,044634 €/kW día	x 24,000 kW x 30 días =	32,14 €	
Energía reactiva								
	Consumo	Cos phi	Precio	Exceso	Total			
P1:	0,00 kVarh	1,00	0,000000 €/kVarh	x	0,00 kVarh	=	0,00 €	0,00 €
P2:	1,00 kVarh	1,00	0,000000 €/kVarh	x	0,00 kVarh	=	0,00 €	
Suplemento territorial por tributos autonómicos de la Com. Autónoma Cataluña del año 2013 (Orden TEC/271/2019)								1,15 €
Impuesto electricidad 5,11269632% s/ 926,78 €								47,38 €
Alquiler Equipo medida (Nº Contador 095986509):								14,66 €
IVA 21,00% s/ 988,82								207,65 €

8.3. Información acerca de PVGIS



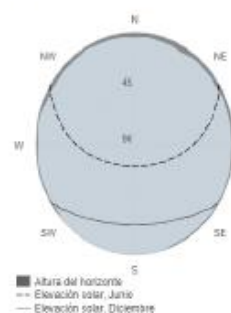
PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

Datos proporcionados:
 Latitud/Longitud: 41.371, 2.082
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-SARAH
 Tecnología FV: Silicio cristalino
 FV instalado: 10 kWp
 Pérdidas sistema: 14 %

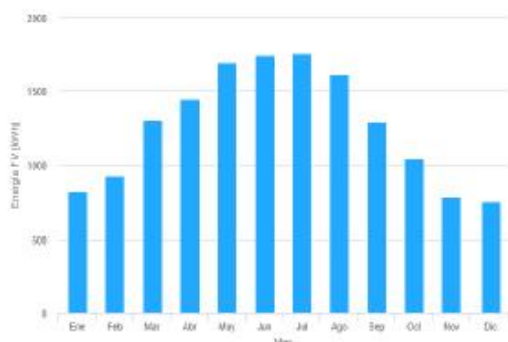
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 15 °
 Ángulo de azimut: 10 °
 Producción anual FV: 15192.03 kWh
 Irradiación anual: 1823.08 kWh/m²
 Variación interanual: 326.30 kWh
 Cambios en la producción debido a:
 Ángulo de incidencia: -2.95 %
 Efectos espectrales: 0.63 %
 Temperatura y baja irradiancia: -5.94 %
 Pérdidas totales: -21 %

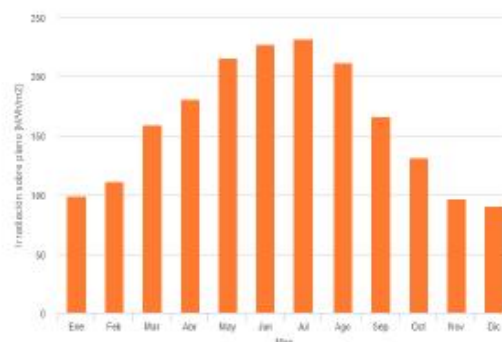
Perfil del horizonte:



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	822.9	98.8	90.9
Febrero	926.7	111.6	68.7
Marzo	1306.5	159.7	58.7
Abril	1445.5	180.6	117.0
Mayo	1692.2	215.8	101.4
Junio	1744.2	227.4	57.3
Julio	1759.3	232.1	69.3
Agosto	1613.0	211.7	80.2
Septiembre	1295.4	168.9	76.1
Octubre	1048.6	131.7	75.1
Noviembre	786.8	96.6	89.5
Diciembre	751.0	90.2	89.7

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema dado [kWh].

H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene este sitio para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general.

Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día.

Trabajamos de continuo con errores que se nos señalen.

No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en este sitio.

Datos informáticos:

Este es un servicio general y no aborda circunstancias específicas de personas o organizaciones concretas.

El uso no es necesariamente exhaustivo, completo, exacto o actualizado.

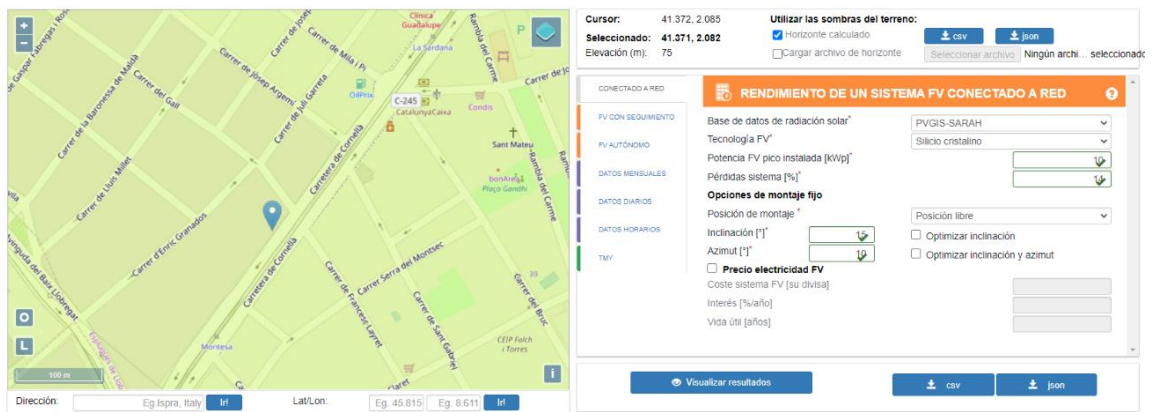
El contenido en algunas ocasiones incluye o dirige a páginas externas sobre las que los servicios de la Comisión no tienen control.

Joint
Research
Centre

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2021.

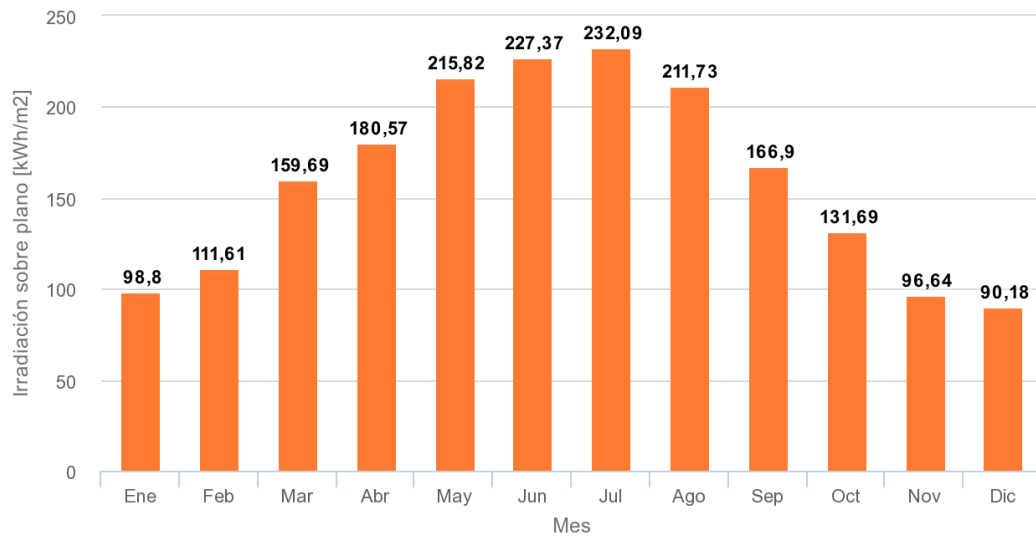
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Datos mensuales de irradiación 2021/03/23



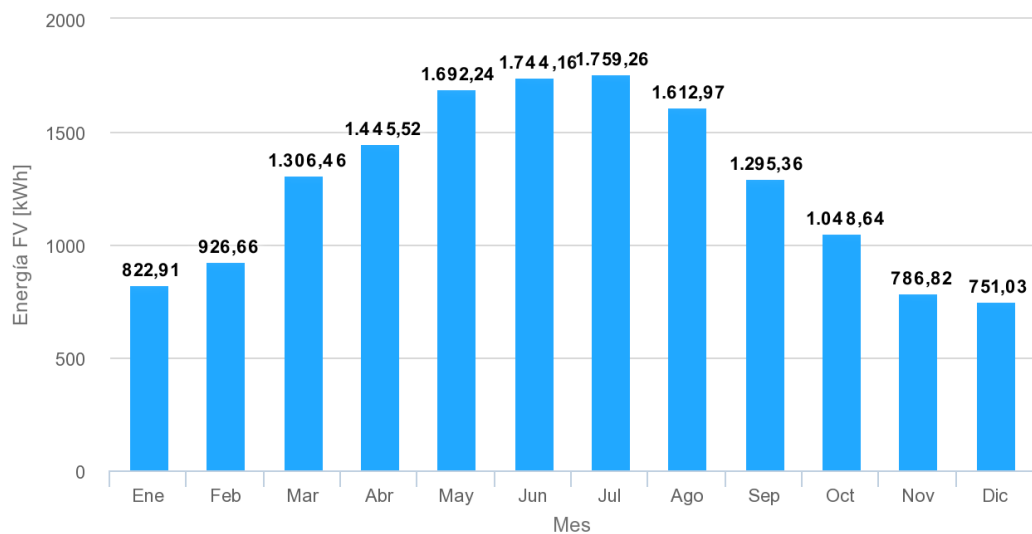
Irradiación mensual sobre plano fijo

(C) PVGIS, 2021



Producción de energía mensual del sistema FV fijo

(C) PVGIS, 2021



8.5. Esquema unifilar de la instalación fotovoltaica

